

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

KZ19VRY00029272

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных
и информационных систем, электромеханики
и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/PBXZ4519>

З. К. Абдикулова¹, К. У. Абдраимов²

¹Международный казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави, Республика Казахстан, г. Туркестан

²Кентауский многопрофильный колледж, Республика Казахстан, г. Кентау

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ КЕНТАУСКОЙ ТЭЦ

В статье рассматриваются пути оптимизации работы Кентауской ТЭЦ за счет изменения водно-химического режима системы подготовки подпиточной воды с целью повышения температуры сетевой воды до 140–145 °С, предлагается метод коррекционной обработки воды с помощью ингибиторов отложений минеральных солей, приведены экспериментальные исследования и результаты влияния ингибиторов отложений минеральных солей и его композиций на кристаллизацию труднорастворимых соединений.

Обработка воды ингибитором отложений минеральных солей практически не увеличивает ее минерализации, не усиливает ее коррозионно-агрессивные свойства, не оказывает влияния на биологические обрастания или насосные отложения. Механизм стабилизирующего действия заключается в адсорбции комплексона на микрочастицах кристаллизующейся соли, что препятствует дальнейшему росту кристаллов и образованию отложений и обеспечивает стабильность пересыщенных растворов. Контроль процесса накипеобразования проводился по показателям общей жесткости и щелочности воды.

Ключевые слова: оптимизация, водно-химический режим, коррекционная обработка воды, ингибитор отложений солей, бесфосфорный реагент

Введение

Теплоэнергетика является ведущей отраслью современного индустриально развитого народного хозяйства. Надёжность, экономичность и безопасность теплоэнергетического оборудования и трубопроводов ТЭЦ и подключенных к ним конденсатных и тепловых сетей зависят от состояния водоподготовительных установок и других систем ведения их водно-химического режима [1, 2].

В последнее время отмечена тенденция ухудшения качества исходных вод, обусловленного техногенными причинами и климатическими воздействиями, вторичным использованием производственных вод ТЭС. В этих условиях возможно развитие негативных процессов. К ним относятся микробиологические процессы и коррозия под воздействием продуктов их жизнедеятельности [3, 4]. Микробиологические процессы способствуют ухудшению показателей качества вод, ухудшая технологические показатели и уменьшая срок их службы. Продукты жизнедеятельности железобактерий увеличивают гидравлическое сопротивление трубопроводов, нитрифицирующих бактерий – могут вызвать повреждения экранных труб котлов.

Внутренняя коррозия теплоэнергетического оборудования и трубопроводов еще не может считаться устраненной проблемой. Для борьбы с этой коррозией и микробиологическими процессами, с учетом значительности ущерба от них, актуальны исследования и совершенствование водно-химического режима, увеличение диагностических возможностей существующих систем химического контроля [5].

Материалы и методы

Кентауская ТЭЦ работает по тепловому графику с довыработкой электроэнергии в конденсационном режиме. Тепловая схема выполнена по секционному принципу с поперечными связями по пару и воде. Восполнение потерь в цикле обеспечивается химобессоленной водой. В качестве исходной воды для подпитки котлов используется вода питьевого качества. Отпуск тепла от ТЭЦ осуществляется для зоны теплофикации г.Кентау. Выдача тепла осуществляется по тепломагистрале из двух труб $D = 800$ и 1000 мм. Температурный график отпуска тепла – специальный с температурой сетевой воды зимой – 140 °С [6, 7].

Использование природных вод на ТЭЦ в качестве теплоносителя, особенно при повышенных температурах и давлениях, приводит к выделению на теплонесущих поверхностях или «поверхностях контакта» различных отложений, содержащихся в этой воде, которые могут привести к снижению температуры сетевой воды, увеличению расхода топлива, аварийному или преждевременному останову оборудования и снижению его производительности [8, 9].

Для проведения экспериментов использовалась вода с заведомо ухудшенными характеристиками и подогрев производился до температур 90 – 100 °С, которые значительно ниже температур технологического процесса. Контроль процесса накипеобразования проводился по показателям общей жесткости и щелочности. Результаты опытов показали, что наиболее оптимальной является концентрация ингибитора отложений

минеральных солей (ИОМСа) равная 0,5 мг/л. Исследования проводились на экспериментальной установке. Схема установки показана на рисунке 1.

На первой ступени теплообменника происходит нагрев исходной воды от 15 °С до 120 °С, на второй ступени – от 120 °С до 150 °С. Первая и вторая ступени представляют собой одноходовые кожухо-трубчатые теплообменники типа «труба в трубе». Нагреваемая вода проходит по внутренней трубке, а греющий пар подается в кожух теплообменника. Теплоотдача от пара к стенке трубки происходит за счет пленочной конденсации на ее поверхности [10, 11].

В бак исходной воды дозируется реагент, который тщательно перемешивается при помощи насоса по линии рециркуляции.

Исходная вода с определенным содержанием растворенного в ней реагента подается под давлением при помощи насоса на первую ступень теплообменника, на которой возможность подогрева воды достигает 120 °С, далее вода поступает во вторую ступень теплообменника, где она нагревается до 150 °С [12].

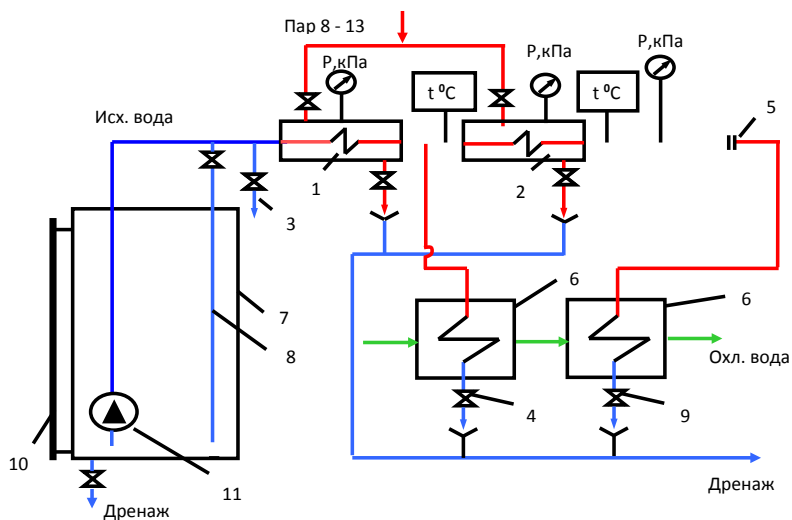


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

- 1 – 1-я ступень теплообменника, 2 – 2-я ступень теплообменника,
- 3 – Пробоотборник исходной воды, 4 – Пробоотборник воды за 1-й ступенью теплообменника, 5 – Счетчик расхода воды,
- 6 – Пробоохлаодильник, 7 – Бак исходной воды, 8 – Линия рециркуляции,
- 9 – Пробоотборник воды за 2-й ступенью теплообменника,
- 10 – Уровнемерное стекло, 11 – Глубинный насос.

В качестве реагента предлагается новый, более эффективный по сравнению с ранее известными, ингибитор коррозии и накипи Хеламин.

Для контроля тепловых параметров установка оборудована соответствующими контрольно-измерительными приборами.

Результаты и обсуждение

Обработка воды ИОМСом практически не увеличивает ее минерализации, не усиливает ее коррозионно-агрессивные свойства, не оказывает влияния на биологические обрастания или насосные отложения. Ввод ИОМСа осуществляется с учетом необходимого расстояния для равномерного распределения концентрационного поля, температура подогрева сетевой воды была повышена до 125 °С при температуре стенки не выше 140 °С [14, 15].

Повышение температуры подогрева сетевой воды при исключении накипеобразования возможно за счет изменения состава антинакипина. Базовой частью композиции должен быть ИОМС, а составляющей – бесфосфорный реагент, обладающий не меньшими ингибирующими свойствами, чем ИОМС. Это позволит исключить образование фосфатных отложений даже при повышении температуры сетевой воды и концентрации фосфатов в исходном ИОМСе. В качестве бесфосфорного реагента в составе композиции предлагается использование СК-110, имеющий санитарно-эпидемиологическое разрешение на применение в тепловых сетях города, технологический регламент на технологию применения реагентов в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения и технические условия применения. Реагент СК-110 предназначен для коррекционной обработки воды в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения с целью предупреждения образования накипи на поверхностях нагрева в водогрейных котлах и бойлерах, а также для снижения загрязненности внутренних поверхностей стенок трубопроводов и оборудования в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения [16].

Выводы

Основные параметры водно-химического режима, подлежащие определению – общая жесткость, общая щелочность. Показатели водно-химического режима составляли: остаточная щелочность $Щ = 0,7$ мг-экв/л, ИОМС = $0,8 \pm 0,1$ мг/л.

С экономической точки зрения применение реагента Хеламин более целесообразно, т.к. он имеет ряд следующих преимуществ:

- 1) Хеламин является высокоэффективным ингибитором карбоната кальция.
- 2) Сокращает реагентное хозяйство.

3) Увеличиваются сроки межпромывочного и межремонтного периодов.

4) Применение Хеламина сокращает затраты на приобретения реагентов.

По сравнению с известными реагентами, которые являются опасными для здоровья человека химикатами, Хеламин относится к малоопасным веществам, что упрощает условия труда и безопасность жизнедеятельности производственного персонала.

Список использованных источников

1 **Буров, В. Д.** Тепловые электрические станции. – 3-е изд. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 466 с.

2 **Агурейкин, С. С., Кабашев, Р. А.** Теплотехника. – Алматы : КАЗАДИ им. Л. Б. Гончарова, 2006. – 295 с.

3 **Беляев, С. А., Литвак, В. В.** Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС. – Томск : НТЛ, 2008. – 218 с.

4 **Воронов, В. Н., Пертова, Т. И.** Водно-химические режимы ТЭС И АЭС. – М. : Издательский дом МЭИ, 2009. – 240 с.

5 Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок. – М. : НЦ ЭНАС, 2012. – 208 с.

6 Водоподготовительное оборудование : информационно-справочный каталог. – Выпуск 1. – Саратов : Сарэнергомаш, 2007.

7 **Amjad, Z.** Science and Technology of Industrial Water Treatment. – IWA Publishing + CRC Press, 2010. – 516 p.

8 Olovsson, I. Wonders of Water : The Hydrogen Bond in Action. – World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2018. – 140 p.

9 **Шарапов, В. И., Макарова, Е. В.** Влияние переменных режимов на эффективность деаэрации воды // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 4 (32). – С. 9–11.

10 **Шарапов, В. И.** Деаэрации воды в теплогенерирующих установках малой мощности. – 2007. – № 5. – С. 16–24.

11 **Мошкарин, А. В., Малинов, Г. П.** Водно-химический режим теплосети в условиях ее аварийной подпитки // Энергосбережение и водоподготовка. – 2005. – № 4. – С. 29–33.

12 **Поспелов, А. А.** Основы организации эксплуатации и устройства котельных установок неблочных ТЭС. – Иваново : ИГЭУ, 2001.

13 **Виноградов, В. Н., Аван, В. К.** Влияние водорода на водно-химический режим котлов ТЭС // Тезисы докладов V межд. научн.конф. Казань, 2010. – Т. 2. – С. 159–160.

14 **Бадалов, Б. Ш.** Повторное использование стоков химобессоливающих установок при подготовке подпиточной воды теплосети. – Баку : Елм, 2009. – 148 с.

15 **Копылов, А. С., Очков, В. Ф., Чудова, Ю. В.** Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты. – М. : МЭИ, 2009. – 222 с.

16 **Stewart, M., Arnold, K.** Produced Water Treatment Field Manual. – Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2011. – 244 p.

References

1 **Burov, V. D.** Teplovy`e e`lektricheskie stancii. [V. D. Thermal power stations]. – 3rd ed. – Moscow : MEI Publishing House, 2009. – 466 p.].

2 **Agureikin, S. S., Kabashev, R. A.** Teplotexnika. [Heat Engineering]. Almaty : L. B. Goncharov KazADI, 2006. – 295 p.

3 **Belyaev, S. A., Litvak, V. V.** Nadezhnost` teploe`nergeticheskogo oborudovaniya TE`S. [Reliability of thermal power equipment of thermal power plants]. – Tomsk : NTL, 2008. – 218 p.

4 **Voronov, V. N., Pertova, T. I.** Vodno-ximicheskie rezhimy` TE`S i AE`S. [Water-chemical regimes of thermal power plants and nuclear power plants]. – М. : MEI Publishing house, 2009. – 240 p.

5 Pravila texnicheskoj e`kspluatacii teplovy`x e`nergoustanovok. [Rules of technical operation of thermal power plants]. Moscow : NC ENAS, 2012. – 208 p.

6 Vodopodgotovitel`noe oborudovanie : informacionno-spravochny`j katalog [Water treatment equipment : information and reference catalog]. – Issue 1. – Saratov : Sarenergomash, 2007.

7 **Amjad, Z.** Science and Technology of Industrial Water Treatment [Science and technology of industrial water treatment]. – IWA Publishing + CRC Press, 2010. – 516 p.

8 **Olovsson, I.** Wonders of Water : The Hydrogen Bond in Action. – World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2018. – 140 p.

9 **Sharapov, V. I., Makarova, E. V.** Vliyanie peremenny`x rezhimov na e`ffektivnost` deae`racii vody` [Influence of variable modes on the efficiency of water deaeration]. E`nergoberezhenie i vodopodgotovka. [Energy saving and water treatment]. – 2006. – № 4 (32). – P. 9–11.

10 **Sharapov, V. I.** Deae`racii vody` v teplogeneriruyushhix ustanovkax maloj moshhnosti. [Deaeration of water in low-power heat generating installations]. – 2007. – No. 5. – P. 16–24 .

11 **Moshkarin, A. V., Malinov, G. P.** Vodno-ximicheskij rezhim teploseti v usloviyax ee avarijnoj podpitki. [Water-chemical regime of the heating system in

the conditions of its emergency recharge]. E`nergoberezhenie i vodopodgotovka. [Energy saving and water treatment]. – 2005. – No. 4. – P. 29–33.

12 **Pospelov, A. A.** Osnovy` organizacii e`ksploatsionnoy i ustrojstva kotel`ny`x ustanovok neblochny`x TE`S [Fundamentals of the organization of operation and device of boiler installations of non-block thermal power plants]. – Ivanovo : IGEU, 2001.

13 **Vinogradov, V. N., Avan, V. K.** Vliyaniye vodoroda na vodno-khimicheskiy rezhim kotlov TE`S [Influence of hydrogen on the water-chemical regime of TPP boilers]. Tezisy` dokladov V mezhd. nauchn.konf. In Abstracts of reports on the VIN. scientific. In conf. – Kazan, 2010. – Vol. 2. – P. 159–160.

14 **Badalov, B. Sh.** Povtornoye ispol`zovanie stokov ximobessolivayushhix ustanovok pri podgotovke podpitochnoy vody` teploseti. [Reuse of chemical desalting plant effluents in the preparation of heating system make-up water]. – Baku : Elm, 2009. – 148 p.

15 **Kopylov, A. S., Ochkov, V. F., Chudova, Yu. V.** Processy` i apparaty` peredovy`x tekhnologiy vodopodgotovki i ix programmirovanny`e raschety`. [Processes and devices of advanced water treatment technologies and their programmed calculations]. – Moscow : MEI, 2009. – 222 p.

16 **Stewart, M., Arnold, K.** Produced Water Treatment Field Manual. –Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 2011. – 244 p.

Материал поступил в редакцию 30.09.20.

З. К. Абдикулова¹, Қ. У. Абдраимов²

Кентау ЖЭО жұмысын оптимизациялау

¹Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті,
Қазақстан Республикасы, Түркістан қ.

²Кентау көпсалалы колледж,
Қазақстан Республикасы, Кентау қ.
Материал 30.09.20 баспаға түсті.

Z. K. Abdikulova¹, U. A. Kanyshbek²

Optimization of the Kentau Thermal power plant operation

¹K. A.Yasawi International Kazakh-Turkish University,
Republic of Kazakhstan, Turkestan.

²Kentau Multi-Disciplinary College,
Republic of Kazakhstan, Kentau.
Material received on 30.09.20.

Мақалада желідегі судың температурасын 140–145^oC жоғарылату үшін су жүйесінің сулы-химиялық режимін өзгерту арқылы Кентау ЖЭО-ның жұмысын оптимизациялау жолдары қарастырылған, суды ингибиторлардың көмегімен коррекционды өңдеу әдісі ұсынылған, ингибиторлардың қиын еритін заттардың кристалдануына әсер етуі және зерттеу нәтижелері келтірілген.

Суды ингибиторлардың көмегімен өңдегенде, судың минералдық көрсеткішін, коррозиялық қасиетін күшейтпейді, биологиялық қақтардың жиналуына әсер етпейді. Ингибиторлардың әсер ету механизмі реагенттің адсорбциялануына негізделген, ол қақтардың пайда болуын және кристалдардың өсуін болдырмайды. Қақтардың түзілу процесі судың жалпы кермектігі мен сілтілік көрсеткіштері бойынша бақыланды.

Кілтті сөздер: оптимизация, сулы-химиялық режим, коррекционды өңдеу әдісі, тұз шөгінділері ингибиторы, фосфорсыз реагент.

In this article there were considered the ways to optimize the operation of the Kentau Thermal power plant by changing the water-chemical mode of the make-up water preparation system in order to increase the temperature of the network water up to 140–145 °C. A method of corrective water treatment with mineral salt inhibitors is proposed, experimental studies and effects of inhibitors deposits of mineral salts and its compositions for the crystallization of sparingly soluble compounds were given.

Treatment of water with a mineral salt inhibitor practically does not increase its mineralization, does not enhance its corrosive properties, does not affect biological fouling or pumping deposits. The mechanism of the stabilizing effect consists in the adsorption of the complexon on the micro-nuclei of the crystallizing salt, which hinders the further growth of the crystals and the formation of deposits and ensures the stability of supersaturated solutions. The control of scale formation was carried out according to the indicators of general hardness and alkalinity.

Keywords: optimization, water-chemical regime, corrective water treatment, inhibitor of salt deposits, phosphorus-free reagent.

Теруге 30.09.2020 ж. жіберілді. Басуға 14.10.2020 ж. қол қойылды.
Электронды баспа
2,99 Мб RAM
Шартты баспа табағы 23,30. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы
Корректор: А. Р. Омарова
Тапсырыс № 3707

Сдано в набор 30.09.2020 г. Подписано в печать 14.10.2020 г.
Электронное издание
2,99 Мб RAM
Усл. печ. л. 23,30. Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы
Корректор: А. Р. Омарова
Заказ № 3707

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған
«Торайғыров университет»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы
«Торайғыров университет»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
8 (7182) 67-36-69
e-mail: kereku@tou.edu.kz
www.vestnik.tou.edu.kz